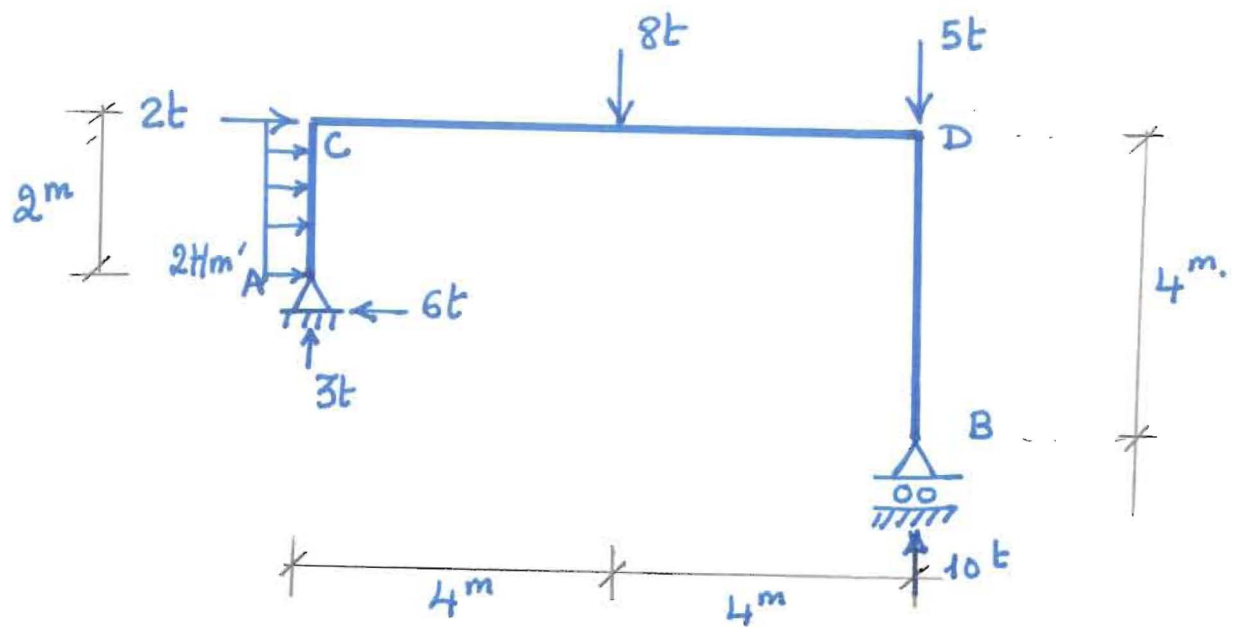
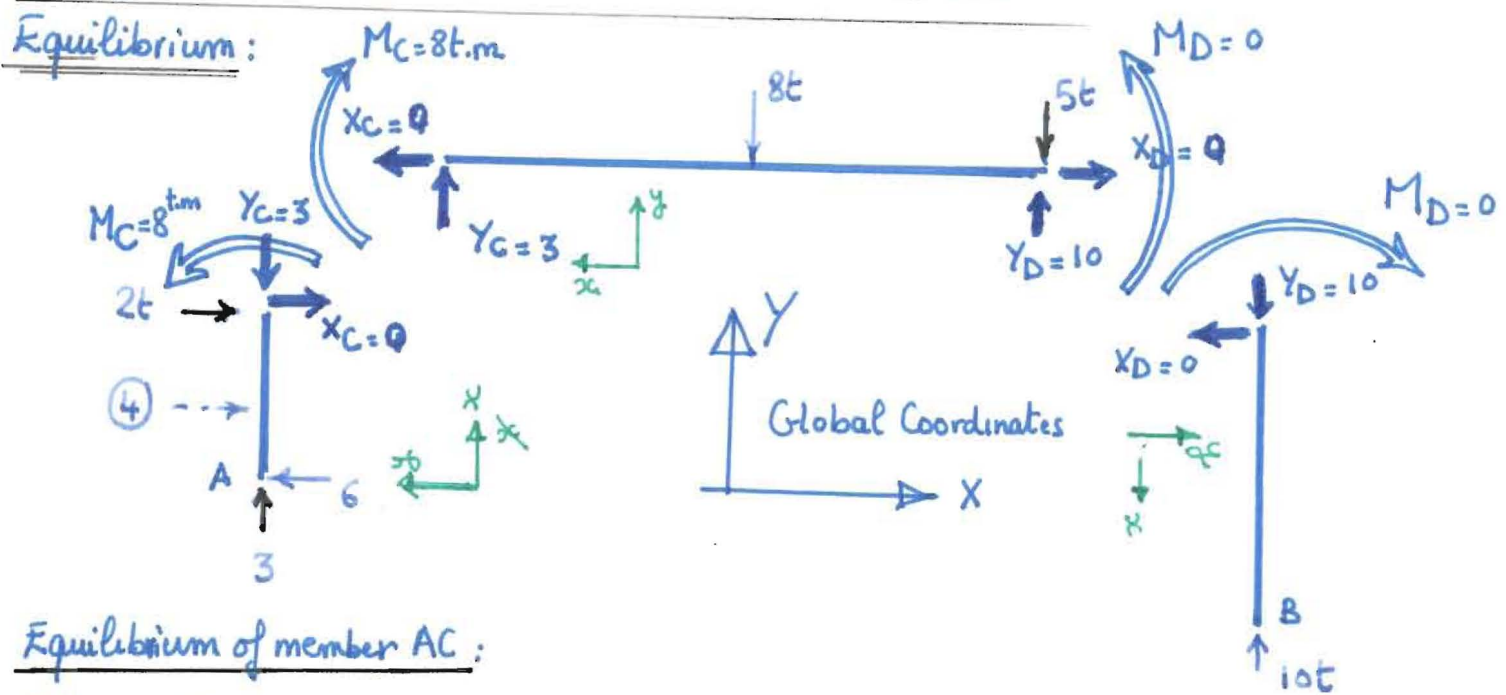


Solved Example (2)

1



Reactions: $\sum M_A = 0 \Rightarrow 4(1) + 2(2) + 8(4) + 5(8) - 8Y_B = 0$
 $Y_B = 80/8 = 10$
 $\sum Y = 0 \quad Y_A = 3t \quad \sum X = 0 \quad X_A = 6t$



Equilibrium of member AC :

$\sum M_A = 0 \Rightarrow 4(1) + 2(2) - M_C = 0 \quad M_C = 8t.m$ (الإجابة صحيحة)

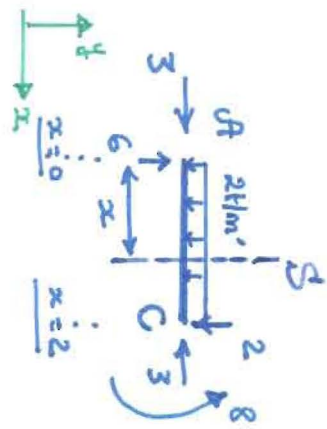
Equilibrium of member DB :

$\sum M_B = 0 \Rightarrow M_D = 0$

نلاحظ الآن : اتزان الضلع DB واحد من الضلع AC ، وبالتالي من الممكن حساب القوى الداخلية عند D فقط (م اتزان الضلع DB ، ومن ثم تكون البيانات كافية * الضلع DB : من ناحية B أو D
 الضلع AC : من ناحية A
 الضلع CD : من ناحية D

Equations of Equilibrium :

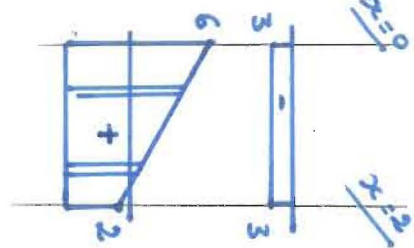
معادلات التوازن في اتجاه المحاور الثلاثة (local coordinates)



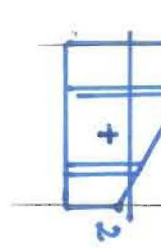
$N = -3$
 $Q = 6 - 2x$
 $M = 6x - 2x^2 = 6x \cdot x^2$

$x=0, Q=6$
 $x=2, Q=2$
 $x=0, M=0$
 $x=1, M=6-1=5$
 $x=2, M=12-4=8$

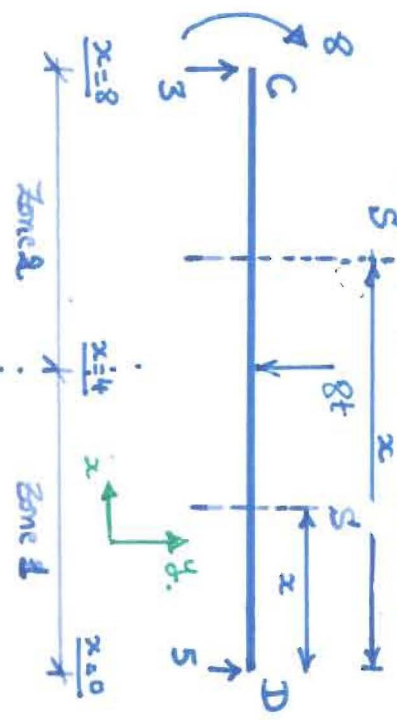
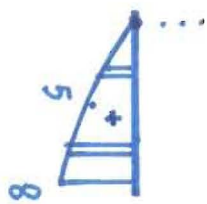
N.E.D
1cm=10t



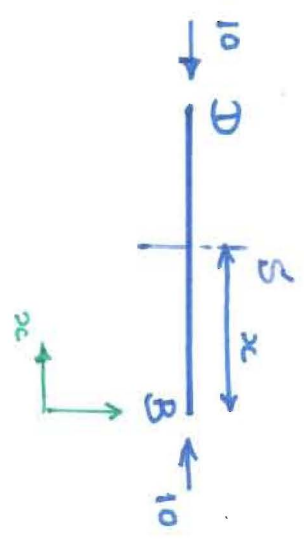
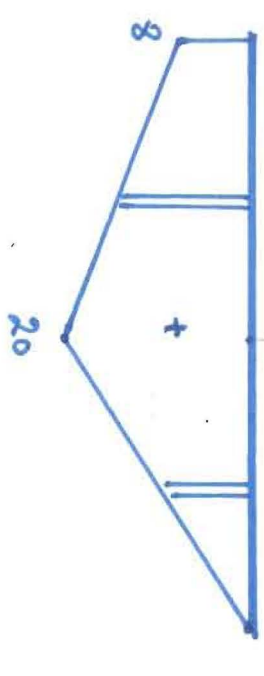
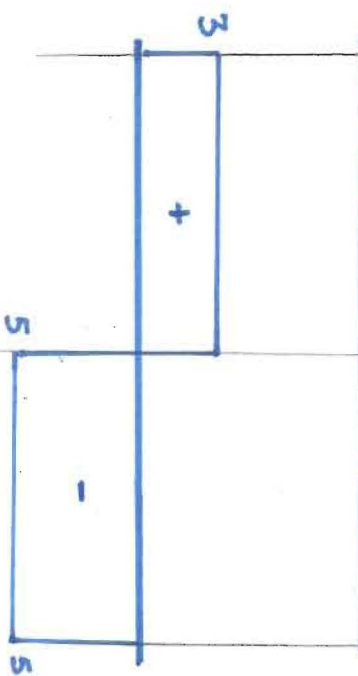
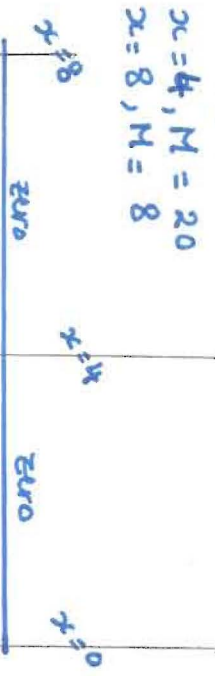
S.F.D
1cm=3t



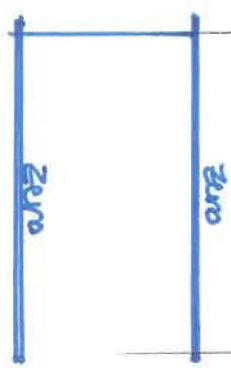
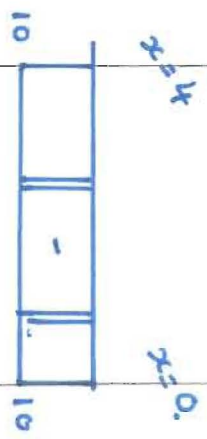
B.M.D
1cm=8tm



$N = 0$
 $Q = -5 + 8 = 3$
 $M = 5x - 8(x-4)$
 $= 5x - 8x + 32$
 $= -3x + 32$
 $x=4, M=20$
 $x=8, M=8$



$N = -10$
 $Q = 0$
 $M = 0$



الأنواع المشهورة للوصلة بين ضلعي

① وصلة جئة (Rigid joint)

② وصلة مفصليّة (Hinged joint)

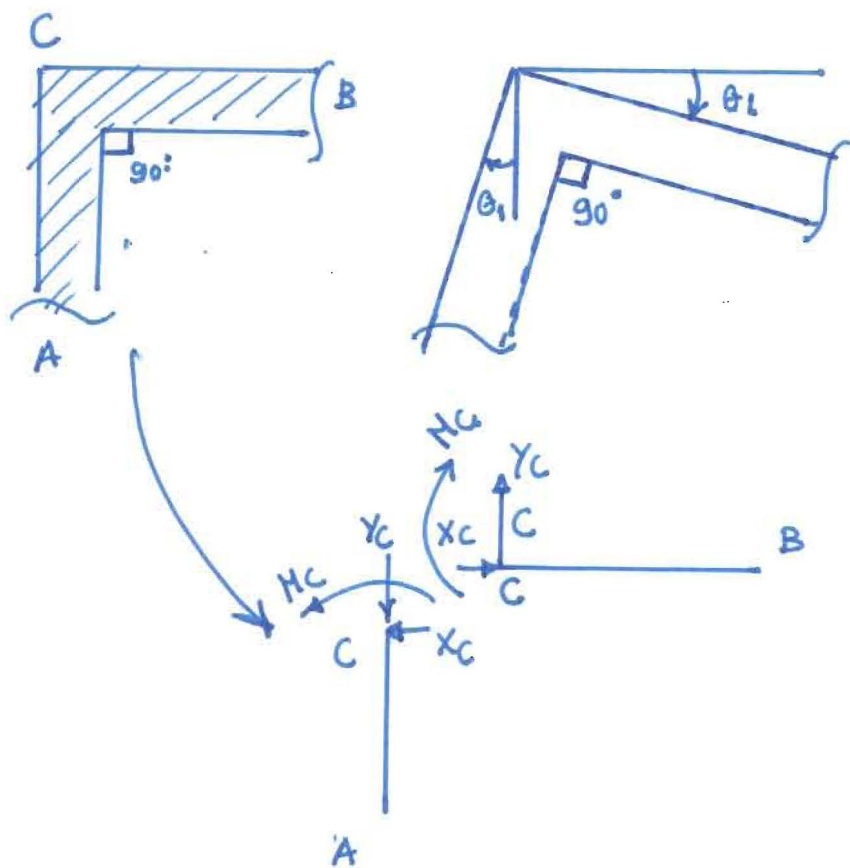
③ وصلة خفيفة - (light member)
 أو بندول
 أو كابل
 or
 pendulum
 or
 Cable

1) Rigid Joint : هذه الوصلة تحافظ على الزاوية النسبية بين الضلعين أي إذا دار الضلع الأول زاوية θ_1 يدير الضلع الثاني نفس الزاوية θ_1

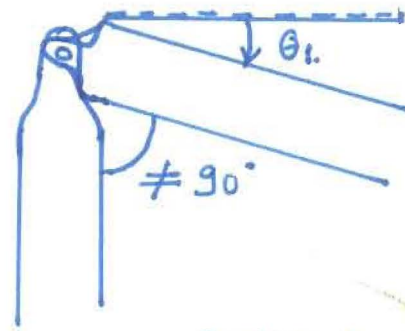
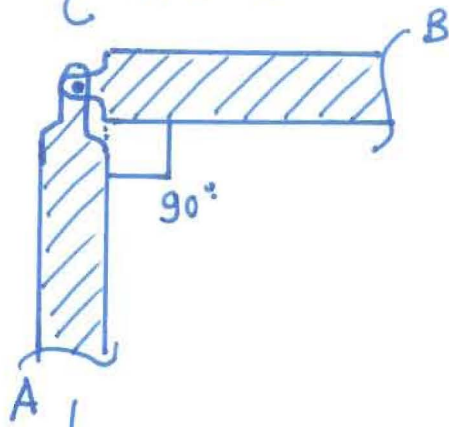
عند القطع في هذه الوصلة للفصل بين الضلعين نضع القوى الداخلية الثلاثة

(X , Y , M)

كما سبغ توضيحه في الأمثلة السابقة

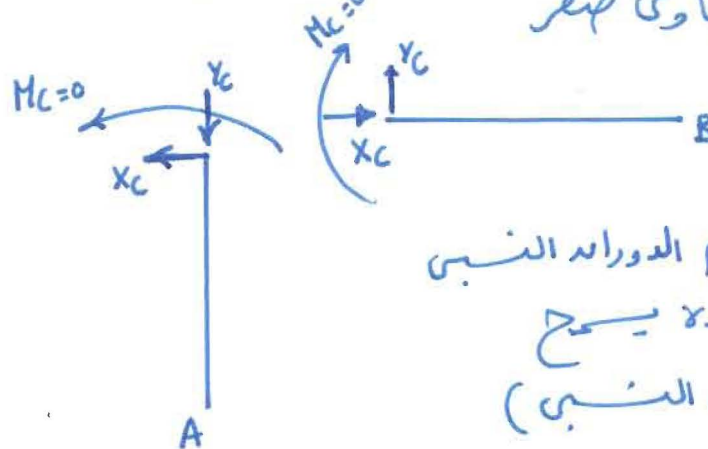


2) Hinged Joint : هذه الوصلة لا تحافظ على الزاوية النسبية بين المثلعة أى أنه إذا تحرك المثلع الأول زاوية θ لا يثبت من الضروري أن يتحرك المثلع الثانى نفس الزاوية



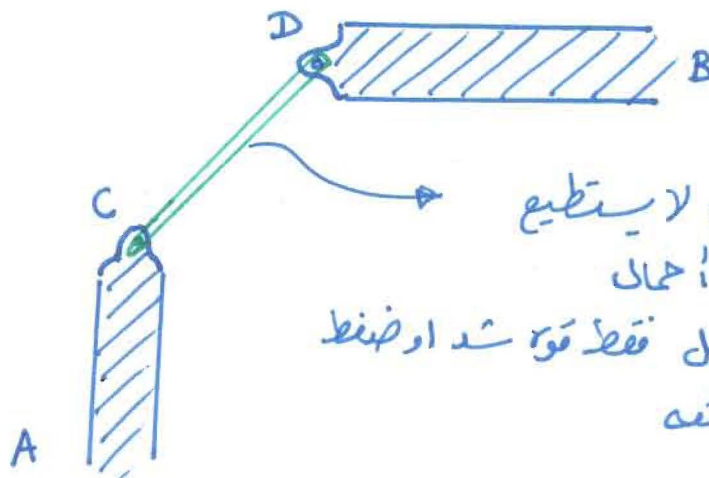
أى أنه الزاوية النسبية بين المثلعة تغيرت

عند القطع فى هذه الوصلة تكون قيمة العزم الداخلى تساوى صفر



العزم الداخلى يقاوم الدوران النسبى بين المثلعة (عدم وجوده يسمح بالدوران النسبى)

3) Light member or Pendulum Support or cable (فى حالة السلك فقط)

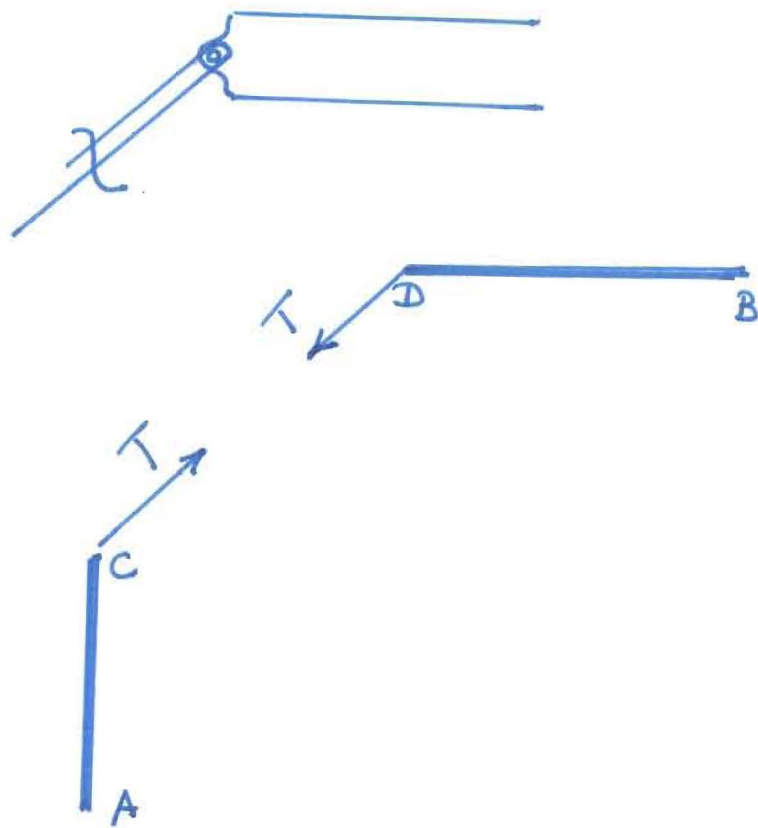


هذه المثلعة لا يستطيع تحمل أى أحمال وهو يتحمل فقط قوة شد أو ضغط فى اتجاهه

5
من المهم اعتبار هذا الضلع كأنه مجموعة من المفاصل المتصلة
وبالتالي العزم الداخلي يات من فرعه جميع مقاطعاته

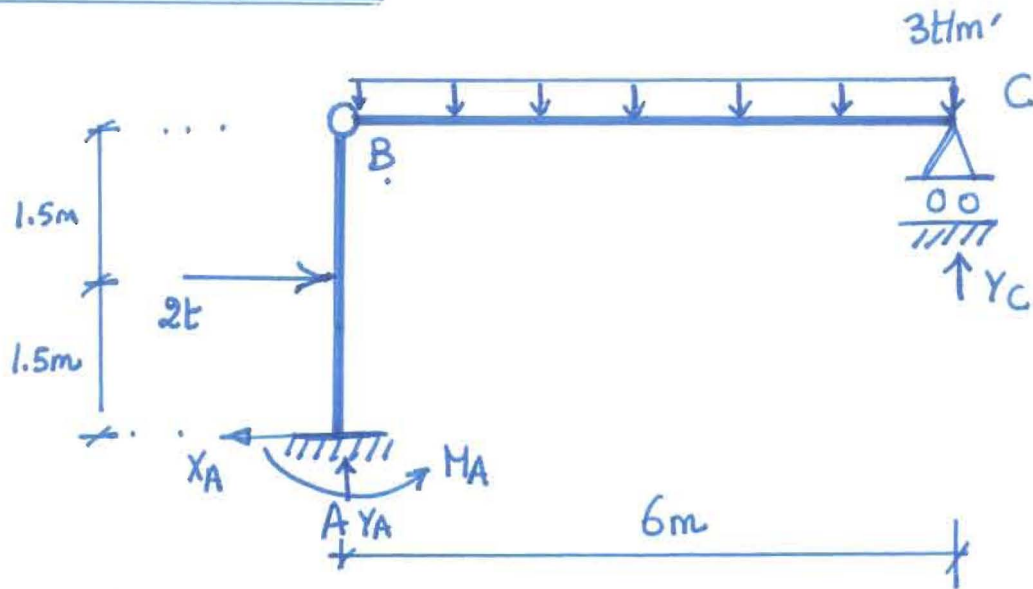
* عند القطع في هذا الضلع تظهر فقط الفرقوة داخلية واحدة وتكون
ممنط اوت في اتجاه الضلع الخفيف كما هو موضح بالفل

* من الممكن ان يتكون الممنط من مجموعة من الأضلاع الخفيف فقط
مكونة شبكة من الأضلاع ← الشبكيات (Trusses)



Solved Example (3)

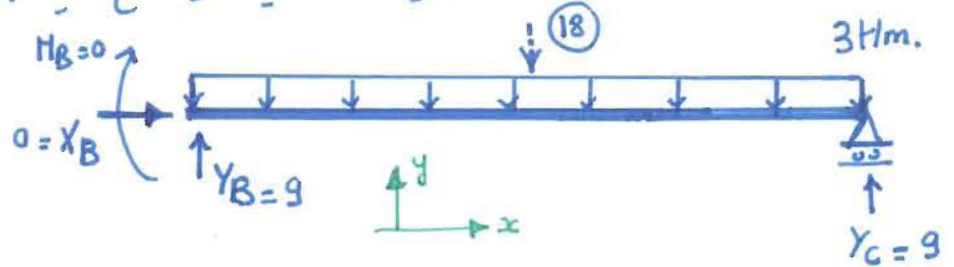
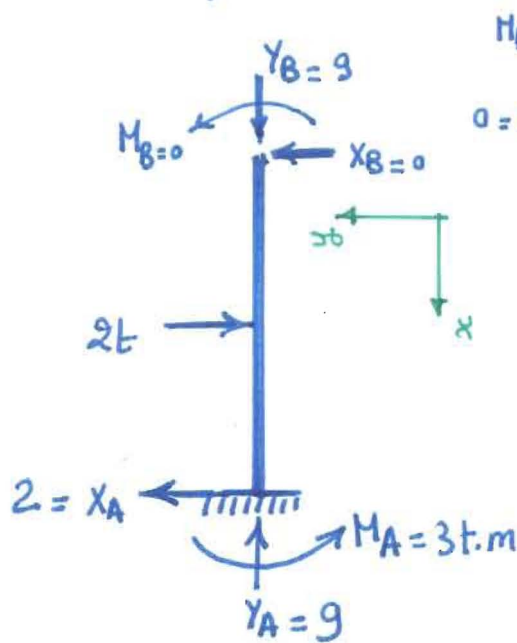
6



Reactions : $\sum M_A = 0 \Rightarrow 18(3) - Y_C(6) - M_A + 2(1.5) = 0$

معادلة في مجهولين : لا نستطيع الحل بدون Y_C ستفاد من المعادلة الآتية :
(العزم الداخلي عند B = صفر)

: نفضل بين الضمير ونضع قيمة العزم الداخلي صفر



Equilibrium of member BC : ٣ معاديل فقط

$$\sum M_B = 0 \quad +\curvearrowright$$

$$18(3) - Y_C(6) = 0 \quad Y_C = 9$$

$$\begin{aligned} \sum Y = 0 & \quad Y_B = 9 \\ \sum X = 0 & \quad X_B = 0 \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{نعكس القيمة} \\ \text{على الضلع AB} \end{array}$$

Equilibrium of member AB :

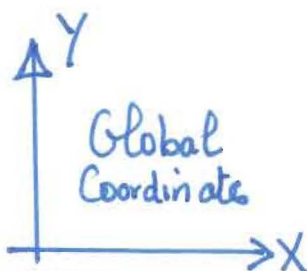
لدينا حساب X_B, Y_B يبقى ٣ معاديل فقط $(X_A, Y_A + M_A)$

$$\sum M_A = 0 \quad +\curvearrowright \quad 2(1.5) - M_A = 0$$

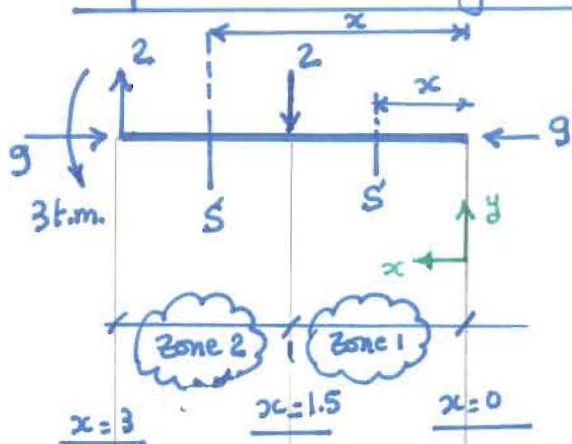
$$M_A = 3t.m \quad (\text{الانبات صريح})$$

$$\sum Y = 0 \quad Y_A = 9t$$

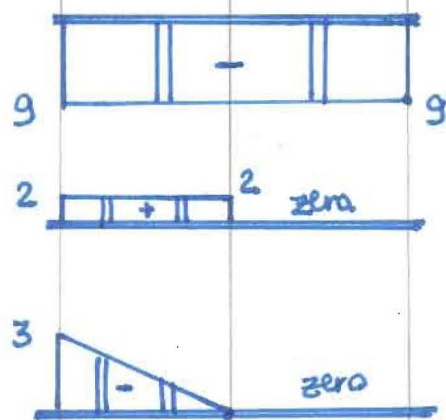
$$\sum X = 0 \quad X_A = 2t$$



Equations & Diagrams



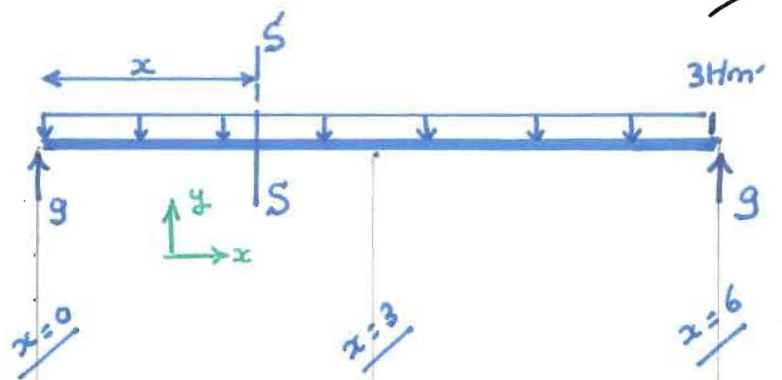
Zone 2	Zone 1
$x=3$	$x=1.5$
$N = -9$	$N = -9$
$Q = 2$	$Q = 0$
$M = -2(x-1.5)$	$M = 0$
$= -2x + 3$	
$x=1.5$	
$M = 0$	
$x=3$	
$M = -6 + 3 = -3$	



N.F.D
sum = 9k

S.F.D
sum = 9k

B.M.D
sum = 3k.m



$$N = 0$$

$$Q = 9 - 3x \quad \begin{cases} x=0, Q=9 \\ x=6, Q=-9 \end{cases}$$

$$M = 9x - 3x\left(\frac{x}{2}\right) = 9x - 1.5x^2$$

$$x=0, M=0$$

$$x=3, M = 27 - 13.5 = 13.5$$

$$x=6, M = 54 - 54 = 0$$

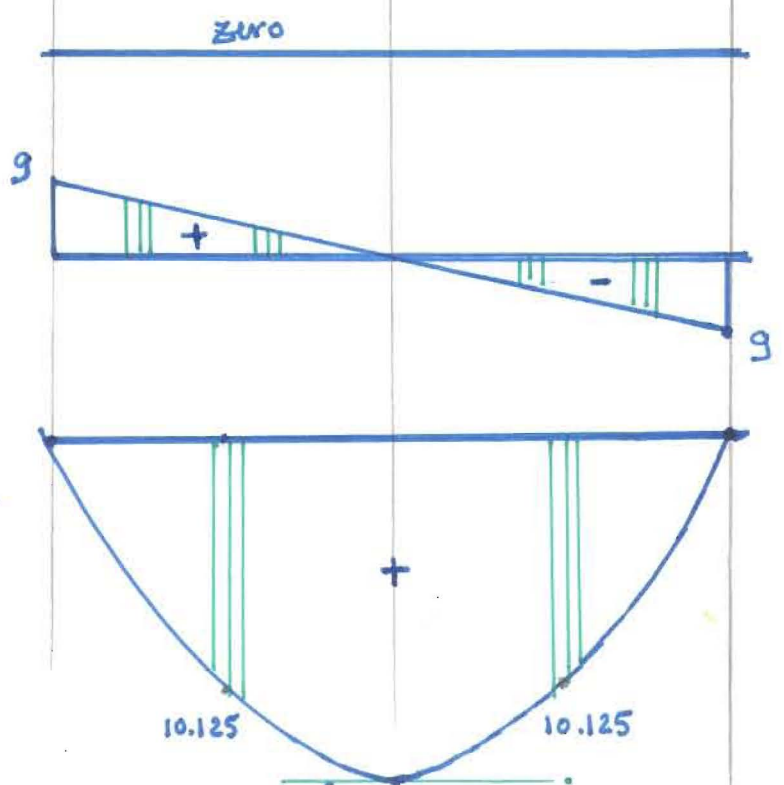
$$\text{slope} = 9 - 3x = 0, x = 3m.$$

$$\therefore M_{\max} \text{ at } x = 3m.$$

نقطه اقصای

$$x=1.5, M = 13.5 - 3.75 = 10.125$$

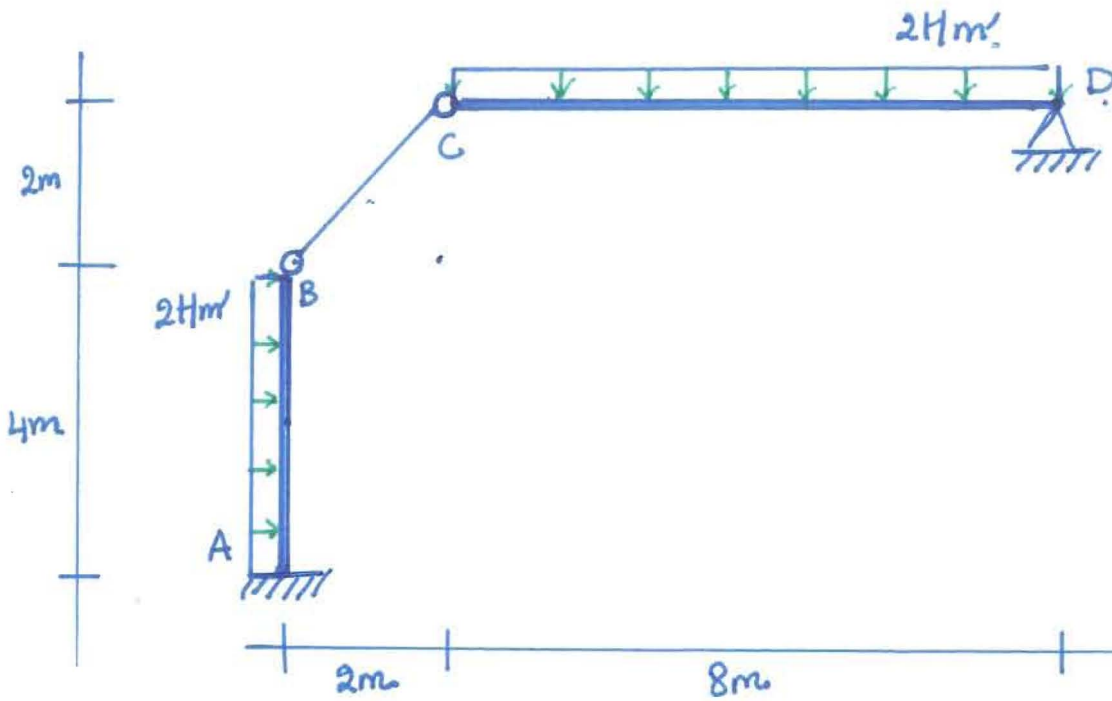
$$x=4.5, M = 10.125$$



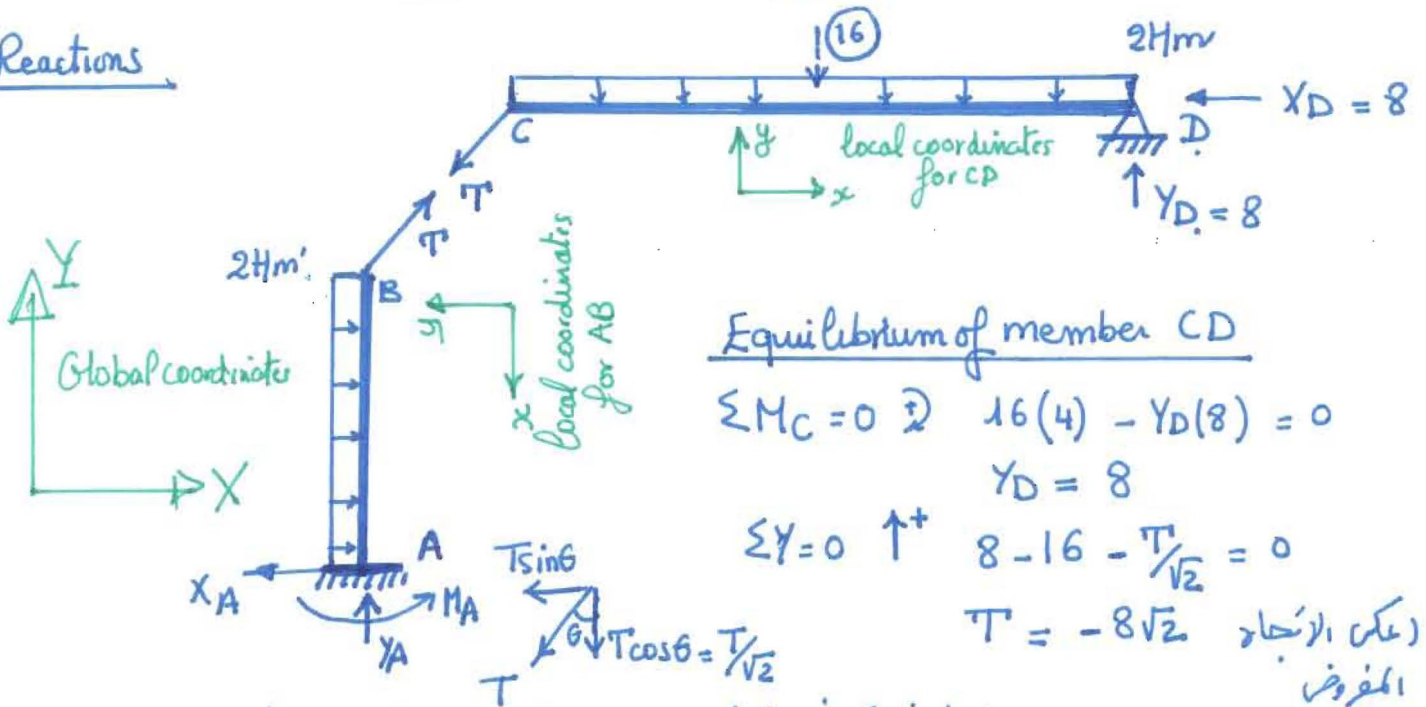
مقدار اقصای منفی
($x=3$) M_{\max} 13.5

Solved Example (4)

8



Reactions



Equilibrium of member CD

$$\sum M_C = 0 \quad 16(4) - Y_D(8) = 0$$

$$Y_D = 8$$

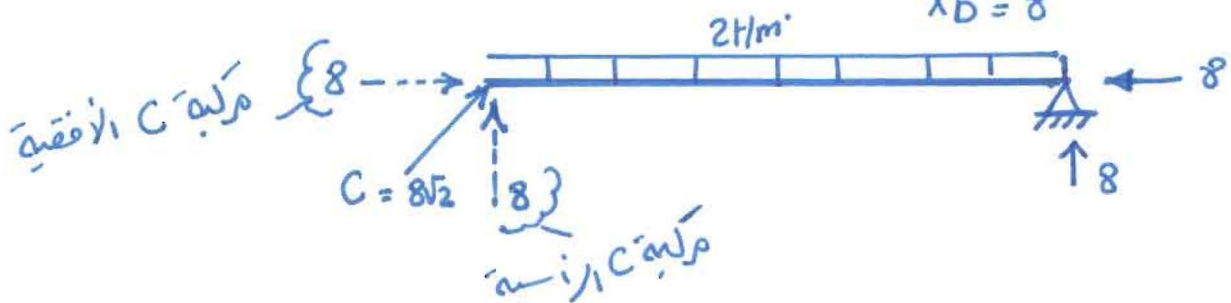
$$\sum Y = 0 \quad 8 - 16 - \frac{T}{\sqrt{2}} = 0$$

$$T = -8\sqrt{2} \quad \text{(على الاتجاه المفروض)}$$

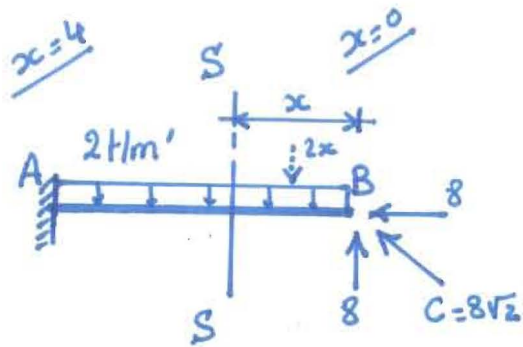
وذلك معناه ان القوة الداخلية في الضلع المرفف CB هي قوة ضغط وليس شد

$$\sum X = 0 \quad 8\sqrt{2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) - X_D = 0$$

$$X_D = 8$$



لاداعي لحساب ردود التفاعل عند A



$$N = -8$$

$$Q = -8 + 2x \quad \begin{cases} x=0, Q=-8 \\ x=4, Q=0 \end{cases}$$

$$M = 8x - 2x\left(\frac{x}{2}\right)$$

$$= 8x - x^2$$

$$x=0, M=0$$

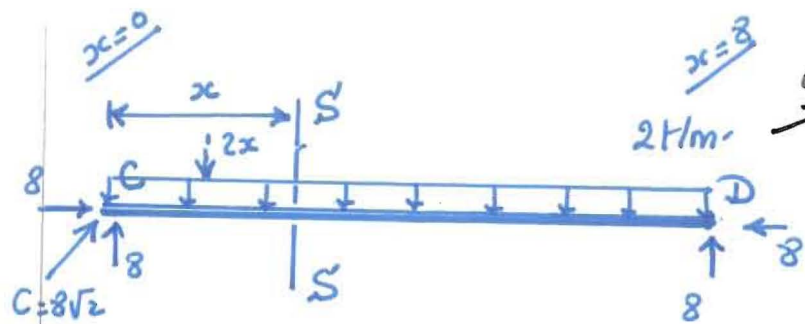
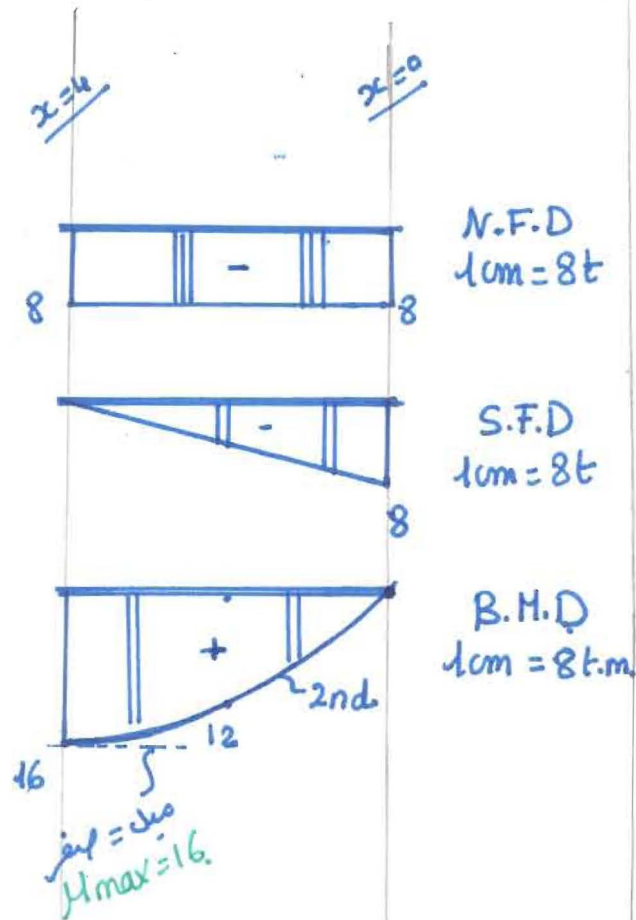
$$x=2, M=16-4=12$$

$$x=4, M=32-16=16$$

M_{max} at $x=4$

$$\text{Slope} = 8 - 2x = 0 \therefore x = 4\text{m.}$$

$$\therefore M_{max} = 16\text{ t.m.}$$



$$N = -8$$

$$Q = 8 - 2x \quad \begin{cases} x=0, Q=8 \\ x=8, Q=-8 \end{cases}$$

$$M = 8x - 2x\left(\frac{x}{2}\right) = 8x - x^2$$

$$x=0, M=0$$

$$x=4, M=32-16=16$$

$$x=8, M=64-64=0$$

مید = 16

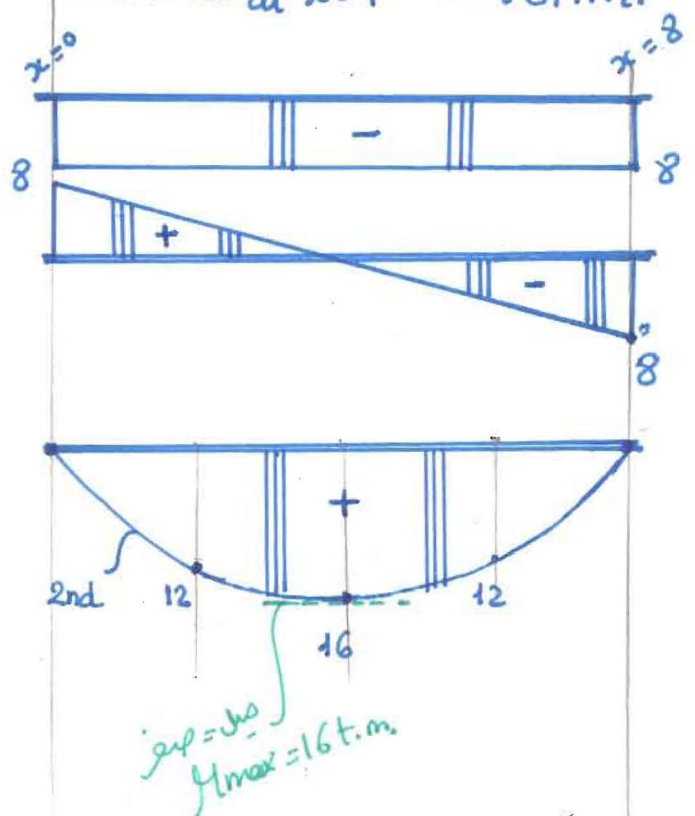
$$x=2, M=16-4=12$$

$$x=6, M=48-36=12$$

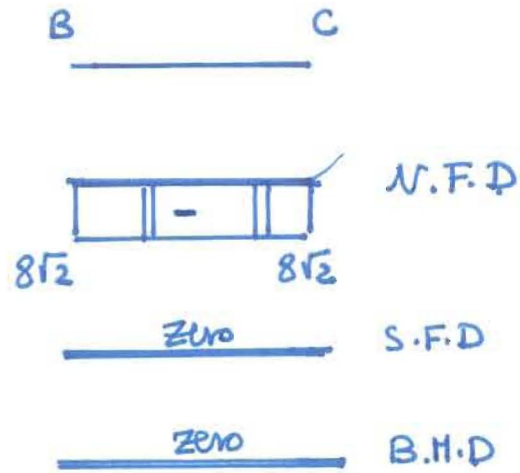
M_{max} at $x=4$

$$\text{Slope} = 8 - 2x = 0 \therefore x = 4\text{m}$$

$$\therefore M_{max} \text{ at } x=4 = 16\text{ t.m.}$$

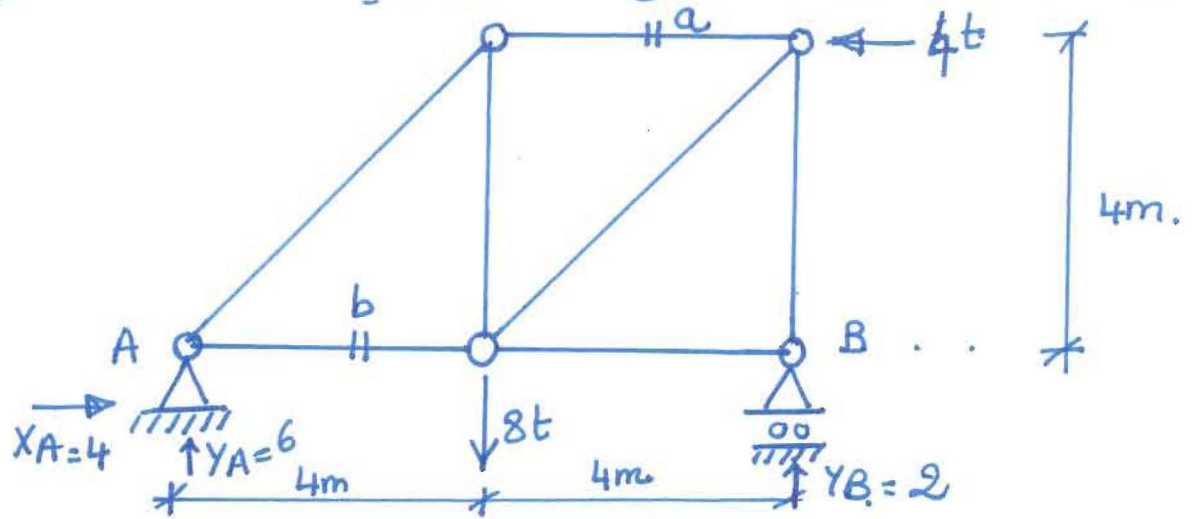


10
في حالة طلب رسم الضلع الهفیف BC ، تكون رسومات القوى
الداخلية كالآتي :



Solved Example (5) : Trusses (Lecture 12/12/2013) 11

مبدأً مكنونه من مجموعة من الأضلاع الخفيفة والمطلوب إيجاد قيمة القوة الداخلية في الأضلاع a و b وتحديد إذا كانت شد أو ضغط



نلاحظ انه التحميل يكون عند الوصلات فقط

Reactions

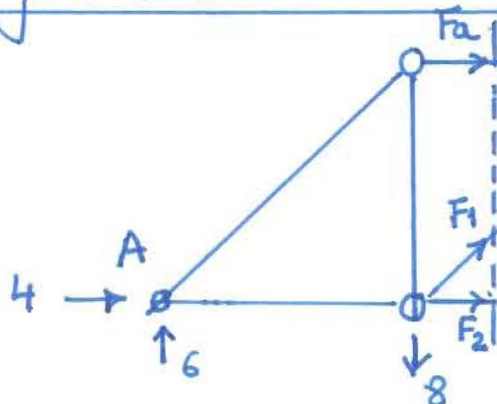
$$\sum M_A = 0 \quad \uparrow \quad 8(4) - 4(4) - Y_B(8) = 0 \quad Y_B = 2$$

$$\sum Y = 0 \quad Y_A = 6$$

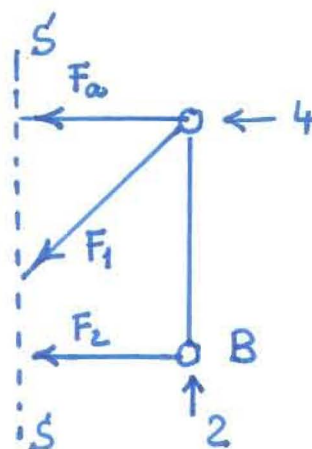
$$\sum X = 0 \quad X_A = 4$$

لايجاد القوى الداخلية نقوم بدراسة اتزان جزء من الجسر
ونتم اختيار هذا الجزء بحيث تظهر القوة الداخلية المطلوب حسابها
عند اتزان هذا الجزء (أي انه القطع يكون في الضلع المطلوب)

1. Internal force in member a



الجزء
متزن



الجزء
متزن

ندرس اتزان الجزء الأول (به ٣ محاصيل) او الجزء الثاني
(به ايضا ٣ محاصيل)

اتزان الجزء الاول : يتم تطبيقه معادلات الاتزان

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$\sum M = 0$$

نأخذ العزم حول نقطة تقابل
القوتين F_1 و F_2 نصل
على قيمة F_a مباشرة

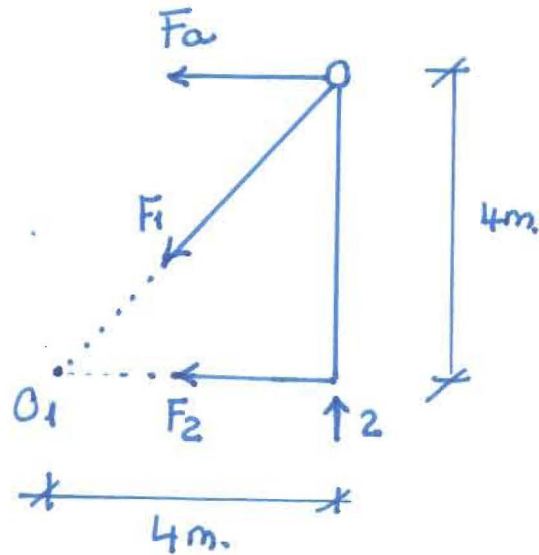
$$\sum M_{O_1} = 0 \quad (+)$$

$$F_a(4) + 2(4) = 0$$

$$F_a = -2t$$

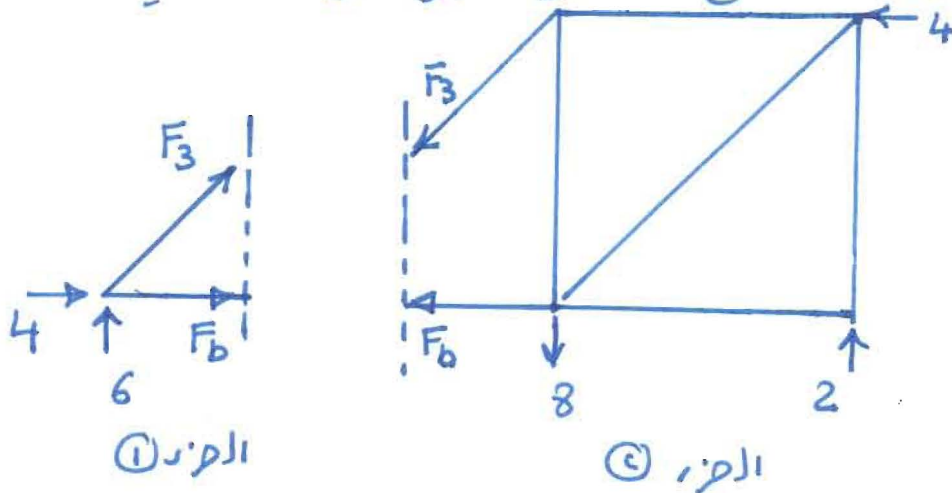
(عكس الاتجاه المفروض)

أي أن F_a قوة ضغط



(2) Internal force in member b.

نقوم بالقطع في الضلع b حتى تظهر القوة الداخلية المطلوب حسابها

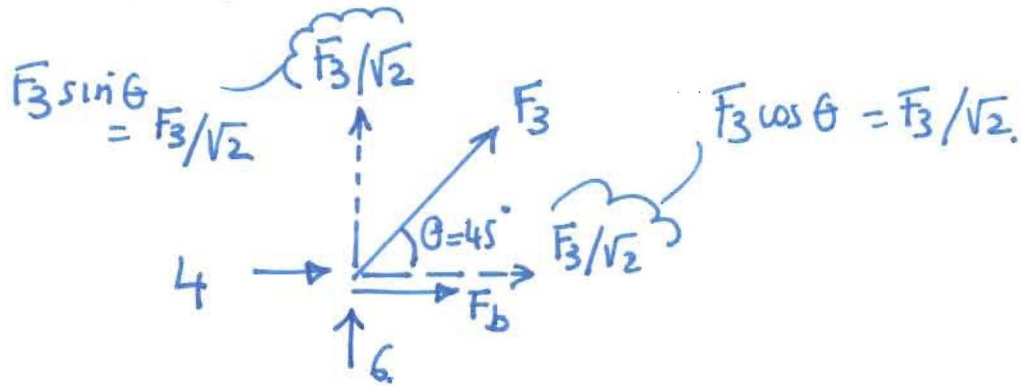


نقوم بعمل اتزان للجزر ① لأنه سهل

* كل القوى المؤثرة على هذا الجزر تتقابل في نقطة واحدة (A)
 ∴ معادلة العزوم غير مفيدة

* إذا قمنا بتطبيق $\sum X = 0$ سيظهر مجهولان F_b و F_3 والمركبة الأفقية للقوة F_3

إذا قمنا بتطبيق $\sum Y = 0$ مجهول واحد يظهر في المعادلة ونعوالمركبة الرأسية للقوة F_3



$$\sum Y = 0 \uparrow^+ \quad 6 + F_3/\sqrt{2} = 0$$

$$F_3 = -6\sqrt{2} \quad \text{عكس الفرض أو أن القوة ضغط}$$

$$\sum X = 0 \rightarrow^+ \quad 4 + F_b + F_3/\sqrt{2} = 0$$

$$4 + F_b + \left(\frac{-6\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

$$F_b = 6 - 4 = 2t \quad \text{الفرض صحيح أو أن القوة شد}$$

$$F_3 = -6\sqrt{2}t \quad \text{قوة ضغط}$$

$$F_b = 2t \quad \text{قوة شد}$$